

УДК 621.793

Подберёзко П. М.

**ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВЫ  
ПЕРЕД ФОРМИРОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ПОКРЫТИЙ В ВАКУУМЕ**

*Белорусский национальный технический университет,**г. Минск, Республика Беларусь**Научный руководитель: ст. преподаватель Опиок Н. Э.*

Современные технологии часто используют вакуумно-плазменные технологии для нанесения тонких функциональных покрытий на различные материалы (металлы, стекло, полимеры и др.). Свойства таких покрытий зависят как от параметров нанесения, так и от состояния поверхности подложки. Состояние поверхности подложки в свою очередь зависит от условий ее предварительной обработки. Для повышения качества наносимых покрытий необходимо удалить имеющуюся на подложке пленку загрязнений, т. е. очистить поверхность. Вид очистки зависит от материала подложки, количества и состава поверхностных загрязнений. В соответствии с последовательностью и характером проведения очистки различают: грубую и тонкую механическую очистку; грубую и тонкую химическую очистку; термообработку на воздухе и в вакууме; тонкую очистку и активацию поверхности в вакууме с помощью различных физических воздействий.

Механическая очистка. Сущность способа заключается в удалении механических загрязнений: остатков окалина и ржавчины, крупных скоплений смазочного материала. Она состоит в обработке поверхности металлическими щетками, наждачной бумагой и протирании ветошью. Данную очистку в основном применяют при обработке поверхности металлических элементов вакуумной камеры, внутрикамерных устройств и приспособлений [1, 2].

Химическая очистка. Её сущность состоит в удалении с поверхности видимых слоев органических загрязнений: остатков масел, смазочных материалов, красителей, отпечатков пальцев и жировых пятен. Для удаления продуктов очистки с поверхности обрабатываемых деталей и обеспечения качественного состояния поверхности после грубой химической очистки рекомендуется применять мягкие ткани. Тонкую химическую очистку в растворах неорганических

кислот и щелочах, а также в парах органических растворителей применяют для обеспечения качественной подготовки поверхности перед нанесением покрытия. Для интенсификации процесса очистки используют ультразвуковые ванны; процесс очистки ведут, как правило, при повышенной температуре раствора [1, 2].

Ультразвуковая очистка. При ультразвуковой очистке крупные жировые загрязнения удаляются вследствие интенсивного локального перемешивания под действием, создаваемых в растворителе ударных волн. Растворитель, насыщенный примесями непрерывно удаляется с поверхности подложки; после удаления его заменяют. Механические колебания, создаваемые в подложке, способствуют удалению макро-загрязнений, чешуек металлов, пыли и др. Эффективность ультразвуковой очистки в основном определяется частотой колебаний; кроме того, влияют мощность излучения и температура растворителя. Поскольку ультразвуковая очистка позволяет удалять только крупные загрязнения, рекомендуется ее завершать обезжириванием в парах органических растворителей. Для удаления остатков органических растворителей используют промывку в деионизированной воде. После промывки в деионизированной воде подложку следует извлекать таким образом, чтобы на поверхности оставалось минимальное количество жидкости. Остающиеся на поверхности капли воды при высыхании образуют видимые пятна, изменяющие свойства формируемого покрытия; поэтому капли воды после промывки следует сдувать струей воздуха или удалять центрифугированием. Сушка проводится в паровом очистителе или в чистой печи горячим отфильтрованным воздухом или азотом. Очистку поверхности подложки необходимо проводить непосредственно перед помещением в вакуумную камеру, так как именно свежеочищенные поверхности обеспечивают лучшее качество осаждаемой пленки. Обычно после химической очистки, промывки в дистиллированной воде и сушки подложка поступает в камеру металлизации (вакуумную камеру). При этом возможно повторное загрязнение поверхности вследствие адсорбции молекул различных веществ из окружающего воздуха. Недостатком химической подготовки поверхности является также и то, что эта обработка в принципе не обеспечивает удаление влаги [1, 2].

Термообработка и электрофизическая обработка. Этот метод применяют после помещения подложки в вакуумную камеру. Тер-

мообработка представляет собой процесс нагрева поверхности подложки до температуры, при которой не происходит деструкции подложки, выдержку при этой температуре, затем охлаждение до температуры конденсации распыленных частиц. В процессе нагрева и выдержки происходит обезгаживание поверхности. Однако не все материалы можно подвергать термообработке из-за их ограниченной термической устойчивости. Термообработка может ухудшить свойства поверхности этих материалов [3]. Для обработки поверхности подложки перед осаждением покрытия применяют электрофизические методы. Например, очистка поверхности излучением импульсных ламп в высоком вакууме и очистка поверхности в тлеющем разряде на этапе откачки системы механическим насосом. При очистке полимерных материалов излучением импульсных ламп не происходит заметного разогрева поверхности подложек. Достигается сочетание высокотемпературного нагрева поверхности с низкой температурой в объеме подложки. Реализуется термообработка только приповерхностной области. При нагреве в вакууме происходят интенсивное обезгаживание поверхности и перевод остаточных жировых загрязнений в летучие продукты с последующей откачкой их из вакуумной камеры. Однако, повышенное газовыделение может привести к нарушению режима работы откачных устройств вакуумной системы. Термообработка поверхности подложки в вакууме позволяет удалить с ее поверхности практически все летучие продукты, остающиеся после механической и химической обработки. Этот вид подготовки поверхности – наиболее продолжительный процесс из всех прочих видов, однако, в ряде случаев является единственным возможным способом получения качественных покрытий и обеспечения стабильного процесса нанесения покрытий [1, 2].

Тлеющий разряд. Этот способ наиболее эффективно используется для очистки диэлектриков в режиме кратковременного воздействия. Такой режим позволяет удалить тонкие поверхностные загрязнения без разогрева глубинных слоев подложки. Особенно эффективна плазменная очистка для оксидных подложек при нанесении на их поверхность металлов с высокой удельной энергией образования оксида. При этом отпадает необходимость в предварительном нагреве подложек. Эффект очистки можно объяснить иницированием химического взаимодействия между материалом пленки и оксидом подложки. Таким образом, плазменная обработка поверхности подложек

перед нанесением покрытий в вакууме ведет не только к удалению поверхностных загрязнений, но и к созданию на поверхности подложки активных центров адсорбции и адгезии распыленных частиц, а также к упрочнению поверхности. При очистке поверхности в тлеющем разряде ее активность по отношению к парам металла может сохраняться и после разгерметизации камеры; перед металлизацией такие подложки можно хранить на воздухе некоторое время.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кострижицкий, А. И. Справочник оператора установок по нанесению покрытий в вакууме / А. И. Кострижицкий, В. Ф. Карпов, М. П. Кабаниченко и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 176 с.
2. Технология тонких пленок (справочник) под. ред. Л. Майссела, Р. Гленга. Нью-Йорк. 1970. пер. с англ. под. ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. Т. 1. М., "Сов. радио", 1977, 664 с.
3. Оура К. Введение в физику поверхности / К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин, А. В. Зотов, М. Катаяма : [отв. ред. В. И. Сергиенко] : Ин-т автоматики и процессов упр. ДВО РАН. – М.: Наука, 2006. – 490 с. – ISBN 5–02–034355–2 (в пер.).

УДК 621.793

Подольнический Д. А.

### **ПРИНЦИП РАБОТЫ ДУАЛЬНОГО МАГНЕТРОНА**

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.*

Магнетрон – электронный прибор, генерирующий микроволны при взаимодействии потока электронов с электрической составляющей сверхвысокочастотного поля в пространстве, где постоянное магнитное поле перпендикулярно постоянному электрическому полю [1, 2].

Предложена дуальная магнетронная распылительная система, содержащая расположенные в одной плоскости рядом друг с другом два планарных магнетрона, каждый из которых содержит корпус, магнитную систему и плоскую мишень, и систему питания с изменяемой полярностью [3]. Оба магнетрона размещены в допол-